Semiotyka logiczna

Jerzy Pogonowski

Zakład Logiki Stosowanej UAM
www.logic.amu.edu.pl
pogon@amu.edu.pl

Dodatek 11

Wprowadzenie

Niniejsza prezentacja zawiera tekst artykułu *O pojęciu relacji językowej*, opublikowanego w 1983 roku w XIII numerze ***Studiów Semiotycznych***.

W artykule podaje się m.in. precyzyjną definicję ważnych rodzajów relacji rozważanych w badaniach języków etnicznych:

- syntagmatycznych,
- paradygmatycznych,
- międzypoziomowych (międzywarstwowych).

JERZY POGONOWSKI

O POJĘCIU RELACJI JĘZYKOWEJ

0. W niniejszym artykule zajmujemy się pojęciem relacji językowej. Omawiamy charakterystykę tego pojęcia. Podajemy klasyfikację relacji językowych. Na koniec dyskutujemy możliwość globalnego ujęcia systemu języka jako zespołu jednostek i relacji językowych.

1. Relacje językowe traktować będziemy ekstensjonalnie, tzn. jako wyznaczone przez obiekty, między którymi zachodzą. Inaczej mówiąc, relacje językowe rozpatrywane będą jako podzbiory iloczynów kartezjańskich odpowiednich zbiorów obiektów, tzn. jako zbiory par, trójek, czwórek etc. obiektów językowych. Zatem pojęcie relacji językowej związane jest ściśle z pojęciem jednostki językowej i temu ostatniemu pojęciu poświęcimy obecnie kilka słów.

Jednostki językowe są ustalane (wprowadzane) ze względu na różne kryteria. W związku z tym mamy do czynienia z różnymi rodzajami jednostek językowych. Jednostki językowe wyodrębnia się ze względu na poszczególne aspekty struktury języka. Mamy więc do czynienia z jednostkami planu wyrażania (np. dźwięki, głoski, fonemy, morfy, słowa, wyrazy, frazy, zdania, teksty), z jednostkami planu treści (np. pojęcia, sądy, znaczenia, składniki znaczeń, ekstensje, intensje, sensy), z jednostkami konkretnymi (*tokens*), jak np. dźwięki, morfy, wypowiedzi, z jednostkami abstrakcyjnymi (*types*), jak np. głoski, fonemy, kategorie syntaktyczne, morfemy, etc.

Abstrakcyjne jednostki językowe mogą być konstruowane za pomocą środków formalnologicznych — np. jako zbiory jednostek konkretnych. Jest tak np. w wypadku głosek traktowanych jako zbiory homofonicznych dźwięków, podobnie fonemy definiować można jako określone zbiory głosek. Można również traktować jednostki abstrakcyjne jako niedefiniowalne bądź zaczerpnięte z innych nauk (np. pojęcia, niektóre jednostki akustyczne, etc.).

Przez konkretne jednostki językowe rozumiemy przede wszystkim segmenty wypowiedzi, tj. ustalone czasoprzestrzennie odcinki mowy — a więc np. dźwięki, sylaby, morfy, konkretne słowa, wyrazy, frazy, zdania, teksty etc. Należy zwrócić uwagę, iż konkretne jednostki językowe, uzyska-

ne przez segmentację wypowiedzi, nie są na ogół dane bezpośrednio — ich wyodrębnienie zakłada już pewien aparat teoretyczny, zarówno ściśle lingwistyczny, jak też zaczerpnięty z innych nauk. Widać to wyraźnie na przykładzie wypowiedzi (1)—(4) podanych niżej za: Chomsky, Miller, 1963:

(1) *The good candy came anyway.*
(2) *The good can decay many ways.*
(3) *Gal, amant de la Reine alla (tour magnanime).*
(4) *Galamment de l'arène á la Tour Magne, à Nîmes.*

Jednostki językowe powiązane są ze sobą różnorakimi zależnościami. Mówimy więc np. o homofonii dźwięków, synonimii wyrazów, związku zgody między członami zdania, etc. jako o relacjach (związkach, zależnościach) między odpowiednimi jednostkami. Należy przy tym pamiętać, że ani jednostki językowe nie są pierwotne względem odpowiednich relacji językowych, ani też na odwrót (przynajmniej w wypadku konkretnych, tj. uzyskanych przez segmentację wypowiedzi, jednostek i relacji językowych). Istnieje wzajemna zależność między jednymi a drugimi — wyodrębnienie jednostek językowych zakłada istnienie między nimi określonych relacji i na odwrót: relacje językowe zachodzą zawsze między pewnymi jednostkami. Na tę współzależność zwracali uwagę Saussure i Hjelmslev, jej istnienie zakładają również współczesne teorie języka.

Ekstensjonalne traktowanie relacji językowych jest w pewnym sensie spełnieniem zasady niemnożenia bytów ponad potrzebę: zamiast posługiwać się dwoma niedefiniowalnymi pojęciami — jednostki językowej oraz relacji językowej — traktujemy relacje językowe jako pewne konstrukty mnogościowe określone przez jednostki językowe. Najprostszą metodą wyjaśnienia tego problemu będzie konkretny przykład. Rozpatrzmy zbiór dźwięków (ustalonego języka) oraz relację homofonii (równobrzmiącości) między dźwiękami. Relacja ta zachodzi między poszczególnymi dźwiękami, a więc łączy zawsze dwa obiekty rozważanego uniwersum dźwięków. Relacja ta jest zatem całkowicie i jednoznacznie określona przez podanie listy wszystkich par dźwięków, między którymi zachodzi. Zatem relacja homofonii może być utożsamiana ze zbiorem wszystkich par równobrzmiących dźwięków. Zbiór ten jest pewnym podzbiorem iloczynu kartezjańskiego zbioru dźwięków przez siebie samego, tj. zbioru wszystkich par uporządkowanych dźwięków. Ostatecznie więc relacja homofonii to pewien podzbiór iloczynu kartezjańskiego zbioru dźwięków przez siebie samego.

Relacje dwuargumentowe, tzn. relacje między dwoma obiektami językowymi (jak np. omówiona wyżej relacja homofonii), są najczęściej spotykanymi relacjami językowymi. Oprócz nich w badaniach języka mamy do czynienia również z zależnościami łączącymi więcej niż dwa obiekty (np. trójargumentowa relacja stopnia synonimii: wyraz x jest bliższy znaczeniowo wyrazowi y niż wyrazowi z). Poza tym także własności (cechy) obiektów językowych mogą być rozpatrywane jako określonego

rodzaju relacje, mianowicie — relacje jednoargumentowe. Jest to ekstensjonalne traktowanie własności — daną własność utożsamia się ze zbiorem wszystkich obiektów, które tę własność posiadają (np. własność bycia rzeczownikiem utożsamiana jest ze zbiorem wszystkich rzeczowników). Podzbiory określonego uniwersum wyznaczone przez dane własności nazywa się jednoargumentowymi relacjami w tym uniwersum.

2. Relacje językowe można grupować w określone rodzaje zarówno ze względu na ich ogólne własności, jak też ze względu na rodzaj obiektów, między którymi zachodzą. Duża grupa relacji językowych to różnego rodzaju PODOBIEŃSTWA i RÓWNOWAŻNOŚCI, tzn. relacje polegające na nieodróżnialności jednostek ze względu na wybrany zespół cech — taka jest np. omówiona wyżej relacja homofonii. Inną grupą relacji językowych są wszelkiego typu UPORZĄDKOWANIA, od najprostszych, jak np. liniowe uporządkowanie segmentów wypowiedzi w czasie, do bardziej złożonych, jak np. hierarchiczne uporządkowanie wyrazów ze względu na podrzędność znaczeniową (hiponimię) czy też drzewowe uporządkowanie jednostek syntaktycznych w zdaniach. Ważną rolę w strukturze języka odgrywają też relacje oparte na porównywaniu jednostek ze względu na ich dystrybucję w odpowiednich otoczeniach (kontekstach), jak np. homodystrybucja (występowanie w dokładnie takich samych kontekstach) czy też dystrybucja komplementarna (brak wspólnych kontekstów). Relacje oparte na dystrybucji kombinowane z relacjami opartymi na znaczeniu dają w wyniku różne rodzaje OPOZYCJI.

Bardzo rozpowszechniony jest w lingwistyce podział relacji językowych na syntagmatyczne i paradygmatyczne. Mimo częstego używania tych pojęć ich określenie jest z reguły nieprecyzyjne. Postaramy się obecnie podać w miarę ścisłą definicję relacji syntagmatycznych i paradygmatycznych.

Relacje SYNTAGMATYCZNE to zależności wiążące jednostki językowe w większe całości, hierarchicznie wyższe względem tych jednostek. Inaczej mówiąc, jednostki językowe powiązane relacją syntagmatyczną tworzą jednostkę hierarchicznie wyższą, której są komponentami. Przykładami relacji syntagmatycznych są: wszelkie relacje linearne, polegające na następowaniu po sobie jednostek w potoku mowy, relacje parataksy i hipotaksy, związek zgody, spójność tekstowa, etc.

Relacje syntagmatyczne podzielić można na KONKRETNE i ABSTRAKCYJNE, mając na uwadze rodzaje jednostek, między którymi zachodzą. Relacje syntagmatyczne wiążące konkretne jednostki językowe (a więc segmenty wypowiedzi) w hierarchicznie wyższe konkretne jednostki to konkretne relacje syntagmatyczne, pozostałe relacje syntagmatyczne to relacje abstrakcyjne. Przykładem konkretnej relacji syntagmatycznej jest następowanie dźwięków w procesie mowy, wiążące te dźwięki w większe segmenty. Za przykład abstrakcyjnych relacji syntagmatycznych mogą służyć relacje hipotaksy i parataksy, wiążące wyrazy we frazy.

Konkretne relacje syntagmatyczne stanowią podstawę do stratyfikacji uniwersum wszystkich konkretnych jednostek językowych na WARSTWY. Mianowicie, każda warstwa językowa wyznaczona jest przez grupę relacji syntagmatycznych wiążących konkretne jednostki językowe jednego rodzaju w jednostki hierarchicznie wyższe. Innymi słowy, jednostki jednej warstwy językowej to całości złożone z jednostek warstwy hierarchicznie niższej powiązanych konkretnymi relacjami syntagmatycznymi. W istocie hierarchiczna segmentacja wypowiedzi na konkretne jednostki językowe oparta jest na uwzględnieniu konkretnych relacji syntagmatycznych między tymi jednostkami. Uniwersum konkretnych jednostek językowych zostaje zatem podzielone na warstwy dźwięków, konkretnych sylab, morfów, konkretnych słów, konkretnych wyrazów, konkretnych fraz, etc. Należy zauważyć, że konkretne relacje syntagmatyczne zachodzą zawsze między jednostkami z tej samej warstwy językowej. Nieco więcej uwag na temat matematycznego modelu uniwersum konkretnych jednostek językowych podzielonego przez relacje syntagmatyczne na warstwy znaleźć można w: Pogonowski, 1981: rozdz. 7.

Wyróżnienie warstw językowych stanowi podstawę do zdefiniowania relacji PARADYGMATYCZNYCH. Podobnie jak w wypadku relacji syntagmatycznych, również relacje paradygmatyczne podzielimy na KONKRETNE i ABSTRAKCYJNE. Konkretne relacje paradygmatyczne to te relacje między jednostkami z jednej warstwy językowej, które nie są relacjami syntagmatycznymi. Konkretne relacje paradygmatyczne podzielić można z kolei na dwa rodzaje. Do pierwszego z nich należą te relacje, które pozwalają tworzyć jednostki abstrakcyjne z jednostek konkretnych (np. relacja homofonii między dźwiękami, której klasy równoważności tworzą jednostki abstrakcyjne — głoski). Do drugiego rodzaju należą pozostałe relacje paradygmatyczne, a więc na przykład różnego rodzaju opozycje czy też wariancja fakultatywna dźwięków.

Konkretne relacje paradygmatyczne pierwszego rodzaju pozwalają na skonstruowanie ABSTRAKCYJNYCH WARSTW JĘZYKOWYCH, tzn. zbiorów jednostek abstrakcyjnych otrzymanych z jednostek konkretnych należących do jednej warstwy językowej. Przykładami abstrakcyjnych warstw językowych są: warstwa głosek, warstwa morfemów, warstwa wyrazów, warstwa zdań, etc.

Między jednostkami abstrakcyjnymi należącymi do jednej warstwy językowej określone są również (abstrakcyjne) relacje syntagmatyczne i paradygmatyczne: abstrakcyjne relacje syntagmatyczne jako relacje wiążące jednostki jednej warstwy abstrakcyjnej w całości będące jednostkami warstwy abstrakcyjnej hierarchicznie wyższej; natomiast abstrakcyjne relacje paradygmatyczne jako te relacje między jednostkami jednej abstrakcyjnej warstwy językowej, które nie są abstrakcyjnymi relacjami syntagmatycznymi. Warto zauważyć, że również wśród abstrakcyjnych relacji paradygmatycznych wyróżnić można dwa rodzaje: relacje pierwszego rodzaju, pozwalające tworzyć nowe jednostki abstrakcyjne (np. relacja homofonemiczności między głoskami, której klasy równoważności są fonemami) i pozostałe abstrakcyjne relacje paradygmatyczne (jak np. dystrybucja komplementarna głosek).

Oprócz relacji syntagmatycznych i paradygmatycznych na strukturę języka składają się jeszcze inne relacje (a więc relacje syntagmatyczne i paradygmatyczne nie wyczerpują całego zestawu relacji językowych). Z definicji przytoczonych powyżej wynika, że relacje takie (nie będące ani syntagmatycznymi, ani paradygmatycznymi) zachodzą zawsze między jednostkami z różnych warstw językowych. Jest zatem sensowne nazwać te relacje MIĘDZYWARSTWOWYMI. Przykładem relacji międzywarstwowej jest trójargumentowa zależność między fonemami, otoczeniami fonemicznymi a głoskami zachodząca wtedy, gdy dany fonem realizuje się w postaci określonej głoski w odpowiednim otoczeniu fonemicznym (np. w języku polskim fonem [n] w otoczeniu przed [k] realizuje się jako głoska [ŋ]).

Jeżeli relacje między segmentami wypowiedzi a takimi obiektami, jak np. konteksty sytuacyjne, użytkownicy języka etc., uznamy za relacje językowe, to będą one również pewnego rodzaju relacjami międzywarstwowymi. W takim wypadku zbiory kontekstów sytuacyjnych, użytkowników języka etc. są abstrakcyjnymi warstwami językowymi.

Omawiana wyżej klasyfikacja relacji językowych podsumowana jest w poniższej tabeli.

	relacje określone między jednostkami jednej warstwy językowej			relacje między jednostkami z różnych warstw językowych (międzywarstwowe)
	syntagmatyczne (wiążące jednostki językowe w większe całości)	paradygmatyczne (pozostałe, tzn. niesyntagmatyczne relacje określone między jednostkami warstwy językowej)		
		I rodzaju (tworzące jednostki abstrakcyjne)	II rodzaju (pozostałe, tzn. te, które nie należą do II rodzaju)	
konkretne (między segmentami wypowiedzi)	np. następowanie dźwięków w procesie mowy	np. homofonia	np. wariancja fakultatywna dźwięków	np. mereologiczna relacja bycia częścią
abstrakcyjne (między jednostkami abstrakcyjnymi)	np. związek zgody, spójność tekstowa	np. homofonemiczność głosek	np. hiponimia	np. realizacja fonemu jako określonej głoski w odpowiednim otoczeniu

Ogół jednostek językowych oraz relacji językowych daje razem SYSTEM JĘZYKA. W dalszej części tego artykułu przedyskutujemy możliwość globalnej reprezentacji systemu języka. Reprezentacja ta zostanie przedstawiona w możliwie najprostszy sposób, mianowicie przy użyciu elementarnych środków formalnologicznych. Zakładamy, że Czytelnik posiada podstawowe wiadomości dotyczące rachunku zbiorów i relacji. Używamy standardowej notacji mnogościowej.

3. Dyskutowana możliwość reprezentacji systemu języka jako ogółu jednostek i relacji językowych wykorzystuje pojęcie SYSTEMU OGÓLNEGO, wprowadzone w części III pracy Pogonowski, 1979. Dla zdefiniowania tego pojęcia niezbędne jest przypomnienie konstrukcji klasy zbiorów V_X nad zbiorem atomów X (por. np. Shoenfield, 1967: rozdz. 9.1. oraz Barwise 1975: 42). Konstrukcja ta wykorzystuje indukcję pozaskończoną:

$$V_X^0 = X$$
$$V_X^{\alpha+1} = P(X \cup V_X^\alpha)$$
$$V_X^\lambda = \bigcup_{\alpha\in\lambda} V_X^\alpha \text{ dla granicznych liczb porządkowych } \lambda$$
$$V_X = \bigcup_{\alpha\in 0n} V_X^\alpha$$

(symbol P oznacza tutaj operację zbioru potęgowego, tj. operację tworzenia rodziny wszystkich podzbiorów, a $0n$ jest klasą wszystkich liczb porządkowych). Zbiór X jest dowolnym zbiorem — jego elementami mogą być atomy (tzn. obiekty nie będące zbiorami) lub inne zbiory. Klasę V_X tworzy zatem ogół zbiorów, które zbudować można wychodząc od rodziny X.

DEFINICJA 1. Niech $\mathcal{U}$ będzie dowolną rodziną zbiorów i oznaczmy $U = \cup\mathcal{U}$. Mówimy, że Σ jest SYSTEMEM OGÓLNYM GENEROWANYM PRZEZ $\mathcal{U}$, jeśli $\Sigma = (\mathcal{U}, C)$, gdzie $C \subset V_U$. Rodzina $\mathcal{U}$ jest rodziną POZIOMÓW systemu Σ, zbiór U jest zbiorem OBIEKTÓW systemu Σ, a rodzina C jest SYGNATURĄ Σ.

Intuicyjny sens pojęcia systemu ogólnego $\Sigma = (\mathcal{U}, C)$ jest następujący: sygnatura C jest rodziną zależności między obiektami z U pogrupowanymi w poziomy z $\mathcal{U}$. Z definicji wynika, że sygnatura systemu ogólnego może zawierać relacje między obiektami tego systemu, relacje między zbiorami obiektów, relacje między relacjami, etc. Jest to konsekwencja podejścia ekstensjonalnego — sygnatura systemu ogólnego może zawierać dowolny konstrukt mnogościowy zbudowany za pomocą obiektów tego systemu.

Ze względu na dużą ogólność pojęcie systemu ogólnego ma bardzo szeroki zakres zastosowań. Dla przykładu, systemem ogólnym w sensie definicji 1 jest każda struktura relacyjna, struktury wielosortowe (np. przestrzenie wektorowe, automaty abstrakcyjne), struktury z nieskończoną ilością relacji (np. przestrzenie topologiczne), etc. Języki formalne jako mnogościowe konstrukty nad stosowanym alfabetem mogą być również przedstawione w postaci systemów ogólnych. Oczywiście, nakładając na pojęcie systemu ogólnego różne warunki, możemy otrzymać wiele rodzajów

bardziej konkretnych systemów. Nie zagłębiając się w tę problematykę zwróćmy jedynie uwagę na możliwość zastosowania pojęcia systemu ogólnego w lingwistyce dla przedstawienia systemu języka jako systemu ogólnego w sensie definicji 1.

Najprostszym sposobem reprezentacji systemu języka jako pewnego systemu ogólnego jest uznanie za jego poziomy zbioru wszystkich warstw językowych, a za jego sygnaturę zbioru wszystkich relacji językowych. Wtedy oczywiście obiektami naszego systemu ogólnego będą (dokładnie) wszystkie jednostki językowe.

Wprowadźmy jeszcze jedno użyteczne pojęcie związane z pojęciem systemu ogólnego.

DEFINICJA 2. Niech $\Sigma = (\mathcal{U}, C)$ będzie systemem ogólnym generowanym przez $\mathcal{U}$. Oznaczmy przez $\mathcal{U}^*$ rodzinę wszystkich skończonych iloczynów kartezjańskich zbiorów z $\mathcal{U}$. Zdefiniujmy funkcję $c_\Sigma: \mathcal{U}^* \to P(C)$ przez $c_\Sigma(K) = C \cap P(K)$ dla dowolnego $K \in \mathcal{U}^*$. Funkcję c_Σ nazywamy CHARAKTERYSTYKĄ RELACYJNĄ systemu Σ.

Zauważmy, że zbiór wartości charakterystyki relacyjnej danego systemu ogólnego składa się ze wszystkich relacji między obiektami tego systemu.

Wróćmy do systemu języka traktowanego jako system ogólny $\Sigma_o = (\mathcal{U}_o, C_o)$, tzn. interpretujemy $\mathcal{U}_o$ jako zbiór wszystkich warstw językowych, a C_o jako rodzinę wszystkich relacji językowych. Niech np. $\mathcal{U}_o = \{U_i : i \in I\}$, gdzie I jest stosownym zbiorem indeksów. Wtedy $\bigcup_{i\in I} U_i$ jest zbiorem wszystkich jednostek językowych. Dla dowolnego zbioru X niech X^n oznacza n-tą potęgę kartezjańską zbioru X. Dla dowolnej warstwy językowej U rozpatrzmy układ:

$$(5)\quad \left(U_i, \bigcup_n c_{\Sigma_o}(U_i^n)\right).$$

Struktura relacyjna (5) jest podsystemem systemu języka składającym się ze zbioru jednostek językowych należących do warstwy U_i oraz wszystkich relacji językowych określonych między jednostkami tej warstwy. Zauważmy, że zbiór $\bigcup_n c_{\Sigma_o}(U_i^n)$ zawiera wyłącznie relacje syntagmatyczne i paradygmatyczne. W szczególności $c_{\Sigma_o}(U_i)$ jest zbiorem wszystkich jednoargumentowych relacji językowych określonych na U_i, $c_{\Sigma_o}(U_i \times U_i)$ jest zbiorem wszystkich relacji dwuargumentowych określonych na U_i, etc. W postaci struktury (5) przedstawić można np. zbiór wszystkich głosek z relacjami między głoskami (homodystrybucja, wariancja fakultatywna, dystrybucja komplementarna, etc.), zbiór wszystkich wyrazów z relacjami hiponimii, synonimii, antonimii, polami semantycznymi, etc.

Jeśli U_i oraz U_j są dwiema różnymi warstwami językowymi, to $c_{\Sigma_o}(U_i \times U_j)$ jest zbiorem wszystkich relacji językowych (dwuargumentowych) między jednostkami z warstwy U_i a jednostkami z warstwy U_j. Dla

przykładu, jeśli U_i jest warstwą głosek, a U_j warstwą fonemów, to $c_{\Sigma_0}(U_i \times U_j)$ zawiera wszystkie relacje między głoskami a fonemami.

Łatwo zauważyć, że rodzina

(6) $\bigcup_{i \in I} \bigcup_n c_{\Sigma_0}(U_i^n)$

jest zbiorem wszystkich syntagmatycznych i paradygmatycznych relacji językowych. Wszystkie relacje międzywarstwowe tworzą zbiór

(7) $\bigcup_{K \in \mathscr{U}_0^+} c_{\Sigma_0}(K)$,

gdzie $\mathscr{U}_0^+$ oznacza rodzinę wszystkich iloczynów kartezjańskich warstw językowych, które nie są potęgami kartezjańskimi jakiejś warstwy językowej, tzn.

(8) $\mathscr{U}_0^+ = \mathscr{U}_0^* - \bigcup_{i \in I} \bigcup_n U_i^n$.

Oczywiście zbiory (6) i (7) dają w sumie sygnaturę C_0:

(9) $C_0 = \bigcup_{i \in I} \bigcup_n c_{\Sigma_0}(U_i^n) \cup \bigcup_{K \in \mathscr{U}_0^+} c_{\Sigma_0}(K)$.

Zauważmy na koniec, że w przyjętej przez nas interpretacji zachodzi równość:

(10) $C_0 = \bigcup_{K \in \mathscr{U}_0^*} c_{\Sigma_0}(K)$

(tej postaci równość nie musi zachodzić dla dowolnych systemów ogólnych).

Własności systemu języka traktowanego jako system ogólny badane być mogą przy użyciu środków formalnologicznych. W szczególności różnorakie problemy dotyczące np. podsystemów systemu języka, morfizmów między tymi podsystemami, dalszych klasyfikacji relacji językowych ze względu na ich ogólne własności, etc. dają się prosto opisać przy użyciu aparatury teorio-systemowej. Zwróćmy na koniec uwagę, że podejście opisane w tej części pracy jest dość uniwersalne — inne możliwe reprezentacje systemu języka dają się wszystkie przedstawić w postaci odpowiednich systemów ogólnych.

BIBLIOGRAFIA

Barwisse J. (1975), *Admissible sets and structures*, Berlin – Heidelberg – New York: Springer Verlag.

Chomsky N., Miller G. A. (1963), *Introduction to the formal analysis of natural languages*, [w:] *Handbook of mathematical psychology*, ed. R. D. Luce, R. R. Bush, E. Galantev, vol. II, New York: Wiley, s. 269 – 322.

Pogonowski J. (1979), *Formal methods in linguistics*, „Buffalo Papers in Linguistics" I, nr 3, s. 31 – 85.

— (1981), *Tolerance spaces with applications to linguistics*, Poznań: Wyd. Naukowe Uniwersytetu im. A. Mickiewicza.

Shoenfield J. (1967), *Mathematical logic*, Addison Wesley Publishing Company: Reading, Massachusets – Menlo Park, California – London – Don Mills, Ontario.